



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 198 52 284.3

**Anmeldetag:** 13. November 1998

**Anmelder/Inhaber:** Norbert T a u f e n b a c h , Basthorst/DE

**Bezeichnung:** Kleiner CO<sub>2</sub>-Slablaser

**IPC:** H 01 S 3/038

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 5. Juni 2001  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Wehner

# BOEHMERT & BOEHMERT

## ANWALTSSOZIELTÄT

Boehmert & Boehmert - Niemannsweg 133 - D-24105 Kiel

Deutsches Patentamt  
Zweibrückenstr. 12

80297 München

DR.-ING. KARL BOEHMERT, PA (1894-1973)  
DPL.-ING. ALBERT BOEHMERT, PA (1907-1993)  
WILHELM J. H. STAHLBERG, RA, Bremen  
DR.-ING. WALTER HOORMANN, PA\*, Bremen  
DPL.-PHYS. DR. HEINZ GODDAR, PA\*, München  
DR.-ING. ROLAND LIESEGANG, PA\*, München  
WOLF-DIETER KUNTZE, RA, Bremen, Alicante  
DPL.-PHYS. ROBERT MÖNZHUBER, PA (1933-1992)  
DR. LUDWIG KOUKER, RA, Bremen  
DR. (CHEM.) ANDREAS WINKLER, PA\*, Bremen  
MICHAELA HUTH-DIERIG, RA, München  
DPL.-PHYS. DR. MARION TÖNHARDT, PA\*, Düsseldorf  
DR. ANDREAS EBERT-WEIDENFELLER, RA, Bremen  
DPL.-ING. EVA LIESEGANG, PA\*, Berlin

PROF. DR. WILHELM NORDEMANN, RA, Braunschweig  
DR. AXEL NORDEMANN, RA, Potsdam  
DR. JAN BERND NORDEMANN, LL.M., RA, Berlin  
DPL.-PHYS. EDUARD BAUMANN, PA\*, München/Landshut  
DR.-ING. GERALD KLÖPSCH, PA\*, Düsseldorf  
DR. (CHEM.) HELGA KUTZENBERGER, PA\*, Düsseldorf  
DPL.-ING. HANS W. GROENING, PA\*, München  
DR. ANKE SCHIERHOLTZ, RA, Potsdam  
DPL.-ING. DR. JAN TÖNNIES, PA, RA, Kiel  
DPL.-PHYS. CHRISTIAN BIEHL, PA\*, Kiel  
DR.-ING. DR. DOROTHEE WEBER-BRÜLS, PA\*, Frankfurt  
DR.-ING. MATTHIAS PHILIPP, PA\*, Bremen  
DPL.-PHYS. DR. STEFAN SCHOHE, PA\*, Leipzig  
MARTIN WÜRZ, RA, Bremen  
DR. DETMAR SCHÄFER, RA, Bremen  
DPL.-CHEM. DR. ROLAND WEIS, PA, Düsseldorf  
DPL.-PHYS. DR.-ING. UWE MANASSE, PA, Bremen  
DR. CHRISTIAN CZYCHOWSKI, RA, Berlin  
CARL-RICHARD HAARMANN, RA, München

PA - Patentanwalt/Patent Attorney  
RA - Rechtsanwalt/Attorney at Law  
\* - European Patent Attorney  
Als zugelassene zur Vertretung vor dem EU-Markenamt, Alicante  
Professional Representatives of the EU-Trademark Office, Alicante

In Zusammenarbeit mit in cooperation with  
DPL.-CHEM. DR. HANS ULRICH MAY, PA\*, München

Ihr Zeichen  
Your ref.

Ihr Schreiben  
Your letter of

Unser Zeichen  
Our ref.

Kiel,

Neuanmeldung

T 5155

13. November 1998

Norbert Taufenbach, Am Vogelberg 16, 21493 Basthorst

Kleiner CO<sub>2</sub>-Slablaser

Die Erfindung betrifft einen kleinen CO<sub>2</sub>-Slablaser. Slablaser sind durch frühere Anmeldungen unter anderem auch des Inhabers dieses Patentes (z. B. WO 94/153 84) bekannt. Ihre Geometrie zeichnet sich dadurch aus, daß durch zwei Spiegel ein instabiler Resonator gebildet wird, der die Auskopplung der Laserenergie an einem der Spiegel vorbei erlaubt.

1940

Niemannsweg 133 - D-24105 Kiel - Telefon (04 31) 8 40 75 - Telefax (04 31) 8 40 77

MÜNCHEN - BREMEN - BERLIN - FRANKFURT - DÜSSELDORF - POTSDAM - BRANDENBURG - HÖHNENKIRCHEN - KIEL - LEIPZIG - ALICANTE

e-mail: Postmaster@Boehmert.Boehmert.de

Weiterer Stand der Technik ist aus den europäischen Patentanmeldungen mit den Veröffentlichungsnummern 0 275 023 A1, 0 305 893 B1 und 0 477 864 A1 bekannt.

Allen vorgenannten Konstruktionen ist gemein, daß sie zueinander parallele, innengekühlten Elektroden aufweisen, die zwischen ihren einander zugewandten Flachseiten einen gasgefüllten Raum bilden, in dem sich ein zu pumpendes Gas befindet. Diese Elektroden sind jeweils mit einer aufwendigen Befestigung im Resonatorraum zu versehen, insbesondere da sich durch thermische Verbiegung Probleme ergeben, die Justierung, die ganz wesentlich die Laserleistung bei einem instabilen Resonator bestimmt, vorzunehmen bzw. nachzujustieren.

Gleichzeitig ist zu beachten, daß die zu justierenden Einheiten sich in einem abgeschlossenen Raum befinden, durch den möglichst wenig Durchlässe zu führen sind, da diese nur sehr aufwendig abzudichten sind. Insbesondere erzeugen Dichtungen aus flexiblen Materialien Probleme, da sie "ausgasen". Aber selbst wenn man solche Dichtungen vermeidet, ergeben unvermeidliche Dichtspalte kritische Abdichtprobleme.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, einen sehr kleinen einfachen Laser zu schaffen, wobei möglichst wenig Teile zu einer kostengünstigen Herstellung führen sollen. Erfindungsgemäß wird dies durch einen CO<sub>2</sub>-Slab-laser mit den Merkmalen des Hauptanspruches gelöst. Die Unteransprüche geben vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung wieder. Es wird erfindungsgemäß möglich, rein metallische, dichte Gehäuse zu bauen. Ein Quarzgehäuse weist dabei die gleichen Dichtigkeitsvorteile auf, da man es mit Metall verlöten kann.

Insbesondere ist es vorteilhaft, einen gasgefüllten Raum, der mit Endstücken begrenzt ist, und in dem die Elektroden einander gegenüberliegend von jeweiligen Endstücken getragen, längs angeordnet sind, und durch einen die Endstücke beweglich zur Verkippung um geringe Winkel tragenden Federbalg eine völlige Gasdichtigkeit zu erhalten. Gleichzeitig kann die Ausrichtung der Spiegel, die auf den Elektroden fest vorhanden sind, durch außen an den Endstücken angebrachte Justierschrauben über die vorhandene feste Verbindung der Elektroden an jeweils einem Endstück vorgenommen werden. Durchführungen durch die Wandung des gasgefüllten Raums müssen nicht vorgesehen werden.

Justierelemente, die zwischen zwei Abschnitten des jeweiligen Endstückes, die durch die je wenigsten eine Kerbe, - vorteilhafter zwei versetzt angeordnete Kerben, je eine von innen und eine von außen - gebildet werden, dienen dazu, die Abschnitte des Endstücks derart gegeneinander winkelzupositionieren, daß der äußere Abschnitt, an dem die jeweilige Elektrode befestigt ist, in seiner Winkellage justierbar ist, da die zwischen den Kerben belassene dünne Wandstärke eine geringe Winkeländerung zuläßt. Die Wand wirkt wie ein Federlager, ähnlich einem Faltenbalg oder einer elastische Membran bei kleinen Kippbewegungen der äußeren Ringfläche zur inneren Ringfläche.

Es wird vorgeschlagen, die äußeren Abschnitte der Endstücke zueinander durch Zugstäbe, die mit dem jeweiligen anderen äußeren Endstück in Verbindung stehen, federvorbelastet zu verbinden, um so eine konstante Rückstellkraft auf die äußeren Endabschnitte auszuüben.

Der gasgefüllte Raum wird durch ein Rohrgehäuse gebildet, das dabei verschiedene Aufgaben übernimmt. Zunächst soll es als Rezipient für das Lasergasgemisch dienen aber gleichzeitig auch die Abschnitte auf denen, die Elektroden und damit auch die Spiegel befestigt sind, auf konstantem Abstand halten. Weiter isoliert es die beiden Elektroden elektrisch voneinander. Als Werkstoff für das Rohrgehäuse eignen sich daher insbesondere nicht-leitende Werkstoffe, die vorteilhafterweise geringe Wärmedehnung, hohe Gasdichtigkeit und hohe Steifigkeit aufweisen sollen. Es werden Quarzglas und Aluminiumoxydkeramik vorgeschlagen.

An der Außenseite eines nicht leitenden Rohrgehäuses ist für die entstehende elektrische Abstrahlung eine Abschirmung vorzusehen. Vorteilhafterweise dient diese gleichzeitig als Induktivität für die Elektroden. Diese Abschirmung kann als Drahtgeflecht, Metallbalg oder Metallfolie ausgebildet sein. Bei einem Metallgehäuse ist keine separate Abschirmung notwendig, ebenso wenn lediglich die Oberfläche metallisiert wird. Um eine geeignete Induktivität des Rohrgehäuses zu erreichen, die die im Inneren unter HF-Bedingungen angeregte Entladung zu stabilisieren, kann dann im wesentlichen die innere Geometrie, insbesondere das Hüllvolumen der Induktivität angepaßt werden.

Da die Spiegel eines erfindungsgemäßen Lasers keine innere Kühlung haben und keine eigene Justiermöglichkeit zur Elektrode besitzen, da Spiegel und Elektrode eine Einheit bilden (entweder einstückig hergestellt oder fest miteinander verschraubt) wird die Wärme, die in den Spiegeln entsteht an die Elektrode weitergeleitet. Damit diese Elektroden nun möglichst wenig thermische Verbiegung aufweisen, werden sie mit halbkreisförmigem Quer-

schnitt ausgebildet und durch eine Kühlbohrung innen gekühlt. In diesen Kühlbohrungen befindet sich ein durch eine Kühlmittelpumpe gefördertes Kühlmedium oder vorteilhafterweise ein Medium oder ein Dampf, welcher durch freie Konvektionsströmung und/oder durch Kapillarwirkung sowie durch Phasenübergänge an den Wänden der Hohlräume oder Kapillare Wärme oder latente Wärme in den Innenwänden der Kühlbohrung abtransportiert.

Vorteilhafterweise sind auf den Enden des Rohrgehäuses außerhalb der Elektroden Luftkühler vorgesehen, bis in deren Kühlrippen die durch die Kühlbohrungen gebildeten Kühlleitungen verlaufen. Diese Kühlrippen können dann von außen zwecks besserer Wärmeabgabe durch Ventilatoren angeströmt werden. Es wird angestrebt, einen Natur-Umlauf nach dem Prinzip der "Heat Pipe" zu verwenden. Heat Pipes sind hermetisch verschlossene und evakuierte Hohlzylinder, in deren Inneren sich ein beliebiges Medium, z.B. Wasser, befindet, das bei einem üblicherweise gewählten Unterdruck bei niedrigeren Temperaturen siedet.

Beispielsweise nimmt Wasser unter diesen Unterdruckbedingungen nur einen kleinen Teil des freien Raums ein, der Rest wird von Wasserdampf ausgefüllt. Das Wasser bzw. der Wasserdampf dient dabei der Wärmeübertragung von einer beheizten Stelle des Rohres zu einer gekühlten (kälteren Stelle), das heißt, daß die Wärmeaufnahme bzw. -abgabe durch das Wasser nicht so sehr auf Grund der Wärmekapazität, sondern vorwiegend aufgrund der latenten Wärme beim Phasenübergang erfolgt. Damit werden Wärmemengen bei sehr geringen Temperaturunterschieden transportiert. Das Prinzip der Heat Pipe wurde schon im Jahre 1942 entdeckt und wird meist in der Raumfahrttechnik verwandt.

Erfindungsgemäß werden auf diese Weise sperrige Kühlungen vermieden und ein kleiner und einfacher Laser ermöglicht, in den (mit den Luftkühlern an beiden Enden versehen) lediglich noch eine HF-Leitung eingespeist werden muß, um Laserlicht zu erhalten. Es sind keine weiteren Kühlmittelleistungen oder Stromzuführungen notwendig.

Durch die gewährleistete Gasdichtigkeit wird die maximale Gasstandzeit erreicht, da keine Verunreinigungen von außen eindringen. Damit wird die Verfügbarkeit des Lasers lediglich durch die Gaszersetzung sowie durch Gasverunreinigung durch Sputtereffekt bei der Gasentladung zeitlich begrenzt.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus nachfolgender Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Dabei zeigt:

- Fig. 1      erfindungsgemäßen Laser mit Kühleinrichtungen an beiden Enden in perspektivischer Gesamtansicht,
- Fig. 2      erfindungsgemäßen Laser ohne Kühlstücke an den Enden in teilweise geschnittener Ansicht, wobei die beiden Elektroden mit den Kühlmittelkanälen wie der Aufbau der Endstücke zu erkennen ist,
- Fig. 3      ein Endstück in perspektivischer Ansicht,
- Fig. 4      das Endstück der Fig. 3 in geschnittener Darstellung,

Fig. 5      der Laseraufbau der Fig. 2 im Längsschnitt,

Fig. 6      eine Explosionsdarstellung des Laseraufbaus mit einem das Rohrgehäuse umgebenden Abschirmnetz.

Der erfindungsgemäße Laser, der in der Fig. 1 dargestellt ist, besteht aus einem Rohrgehäuse 10, um das ein Abschirmnetz 12, für den Fall, daß als Werkstoff ein nicht-leitender Werkstoff verwandt wird, gespannt ist. Alternativ sind auch Metallisierungen der Außenoberfläche möglich. An den beiden Enden befinden sich Endstücke 14, durch die Elektroden 34, 36 hindurchgeführt sind und auf die vorteilhafterweise Luftkühler 16 aufgesetzt sind. Durch einen der Luftkühler ist eine HF-Leitung hindurchgeführt, deren Anschluß 18 im rechten Bildteil zu erkennen ist. Durch den anderen Luftkühler wird die Laserlichtenergie austreten.

An den Endstücken sind jeweils Justierschrauben 20 vorgesehen und unterhalb des Abschirmnetzes 12 werden die Endstücke durch Zugstangen 22 miteinander verbunden. Die Zugstangen greifen an den Endstücken 14 derart an, daß diese Zugstangen 22 die Abschnitte 24, die durch Kerben 28 von inneren Abschnitten 26 getrennt sind, jeweils aneinander ziehen. Damit die Endstücke 24 noch eine Beweglichkeit aufweisen, sind Federpakete 30 unterhalb von Muttern 32 auf den voneinander weg weisenden Rückseiten der Abschnitte 24 anliegend vorgesehen.

Dieses ermöglicht es, mit Hilfe der Justierschrauben 20, die Endstücke, die wie in der Fig. 2 dargestellt, jeweils eine der beiden Elektroden befestigt am äußeren



Abschnitt 24 tragen mit Hilfe der Justierschrauben 20 in der Winkelposition zur jeweils anderen Elektrode (in der Fig. 2) der Elektrode 36, die am linken Ende befestigt ist, zu justieren.

Weiter sind in der Fig. 2 einer der Spiegel, nämlich der Spiegel 38, der auf der unteren Elektrode 34 mit einer Schraube befestigt ist, dargestellt. Weiter ist zu erkennen, daß drei Justierschrauben 20 und drei Zugstangen 22 vorgeschlagen werden, um eine optimale Justierbarkeit zu erreichen.

Im übrigen sind die Kühlkanäle 40 innerhalb der Elektroden sowie der halbkreisförmige Querschnitt der Elektroden 34, 36 zu erkennen. Die Kühlmittelbohrungen 40 werden entweder mit Luftkühlern 16 oder mit außen angeschlossenen Vor- und Rückläufen 42, 44, die zu üblichen Kühlkreisläufen führen, verbunden.

Die erfindungsgemäßen Kerben 28 werden, damit ein Steg mit dünner Wandstärke erreicht wird, vorteilhafterweise durch eine Kerbe 48 an der Innenseite ergänzt, wie aus den Fig. 3 und 4 zu erkennen ist. In eine Paßausnehmung 46 auf der Außenseite der Endstücke wird dann der im Durchmesser erweiterte Elektrodenfuß 50 eingepaßt.

In der Fig. 5 ist nochmals wie in der Fig. 2 perspektivisch dargestellte Anordnung im Längsschnitt dargestellt. Hier ist nun zu erkennen, wie sich die jeweils auf den Elektroden befestigten Spiegel 38 im Gasraum gegenüberstehen, wobei, wie bereits ausführlich in den genannten Druckschriften des Standes der Technik beschrieben, die HF-Energie, die auf eine elektrisch gegenüber der anderen Elektrode isolierte Elektrode aufgebracht wird, die Gasentladung zwischen den Elektroden beginnen

läßt, wobei zum Auskoppeln der Auskoppelspiegel kürzer als Rückspiegel ausgeführt ist, so daß ein Teil der Laserlichtenergie ausgegeben wird. Die Anzahl der Reflektierungen und damit die optimale Ausnutzung der mehrfachen Reflektion ist dabei stark von der richtigen Justierung abhängig.

Diese Justierung kann mit den Justierschrauben 20 durch Veränderung der Lage der äußeren Abschnitte der Endstücke 24 zu den inneren Abschnitten der Endstücke 26 erreicht werden. Es ist auch denkbar, in den Justierschrauben piezoelektrische Kristalle anzuordnen, um den Resonator feinzustimmen oder ggf. im Betrieb nachzustimmen. Auch können in den Elektroden selbst solche piezoelektrischen Kristalle vorgesehen werden, um laserlichtleistungsabhängig der thermischen Verbiegung der Elektroden entgegenzuwirken.

In der Zeichnung ist im rechten Abschnitt deutlich zu erkennen, daß es sich um einstückige Endstücke handelt. Eine zugelöteter oder zugeschweißter Gesamtaufbau, bei dem die beiden Abschnitte 24, 26 der Endstücke 14 (sowie das den gasgefüllten Raum umgebende Gehäuse mit den Abschnitten 26 und die Elektroden 34, 36 jeweils mit dem Abschnitt 24) gasdicht miteinander verbunden sind, ist vorzuziehen. Ein Zukleben oder Dichten über Dichtringe würde eine nicht so gute Gasdichtigkeit ergeben.

In der Fig. 6 ist schließlich unter Verdrehung der Seiten rechts und links nochmals eine Explosionsdarstellung des Aufbaus zu erkennen, wobei der Strahlaustritt 52 der außermittig den Laseraufbau an der der HF-Einspeisung 18 gegenüberliegenden Seite verläßt, zu erkennen ist.

T 5155PATENTANSPRÜCHE

1. Kleiner CO<sub>2</sub>-Slabblaser mit einem durch ein Rohrgehäuse (10) begrenzten gasgefüllten Raum, in dem durch Endstücke (14) gehaltene Elektroden (34, 36) mit auf ihnen befestigten Spiegeln (38) und zugehörigen Justierelementen (20) vorgesehen sind,

dadurch gekennzeichnet, daß

wenigstens eine Elektrode (34; 36) an einem, über ein ringförmiges, den Lasergasraum verschließendes Federlager am Rohrgehäuse (10) verkipplich angesetzten Endstück (14) befestigt ist,

wobei die Justierelemente (20) sich am Rohrgehäuse (10) abstützend, die Elektroden (34, 36) über einen Abschnitt des Endstücks in ihren Relativpositionen halten.

2. Kleiner CO<sub>2</sub>-Slabblaser nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß

das wenigstens eine Endstück (14) mit wenigstens einer ringförmigen, eine dünne Wandstärke belassenden Kerbe (28; 48) versehenen ist,

wobei die Justierelemente (20) im Endstück zwei Abschnitte (24, 26) des Endstücks (14), die durch die wenigstens eine Kerbe (28; 48) gebildet sind, gegeneinander bewegend, befestigt sind.

3. Kleiner CO<sub>2</sub>-Slabblaser nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch

Zugstäbe (22), die unter Aufbringung einer Federkraft die äußeren Abschnitte (24) der Endstücke (14) gegeneinander unter Aufbringung einer Rückstellkraft verspannen.

4. Kleiner CO<sub>2</sub>-Slabblaser nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch

ein auf die Außenseite eines nichtleitenden Rohrgehäuses (10) übergestülptes Abschirmnetz (12) oder eine Abschirmfolie oder einen Abschirmbalg, die als Induktivität für die Elektroden angepaßt sind.

5. Kleiner CO<sub>2</sub>-Slabblaser nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

das Rohrgehäuse (10) aus Quarzglas oder Aluminiumoxydkeramik besteht.

6. Kleiner CO<sub>2</sub>-Slablaser nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

die Elektroden im Querschnitt halbkreisförmig ausgebildet sind.

7. Kleiner CO<sub>2</sub>-Slablaser nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

die Kühlmittelkanäle (40) als "Heat Pipe" mit einem Medium gefüllt sind und in aufgesetzte Luftkühler (16) führen.

8. Kleiner CO<sub>2</sub>-Slablaser nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß

die Kühlmittelkanäle (40) unter Ausbildung von Kapillaren in Luftkühler (16) führen.

9. Kleiner CO<sub>2</sub>-Slablaser nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

die Justierelemente (20), die zwischen den Abschnitten (24, 26) der Endstücke (14) vorgesehen sind, piezoelektrische Kristalle enthalten.

10. Kleiner CO<sub>2</sub>-Slablaser nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

in den Elektrodenkörpern leistungsgesteuerte piezoelektrische Kristalle vorgesehen sind, um thermische Verbiegungen auszugleichen.

11. Kleiner CO<sub>2</sub>-Slablaser nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

die Verbindungen zwischen Rohrgehäuse (10) und den Endstück-Abschnitten (26) und/oder zwischen Endstück-Abschnitten (24) und Elektroden (34, 36) gelötet oder geschweißt sind.

T 5155Zusammenfassung

Kleiner CO<sub>2</sub>-Slabblaser mit einem durch ein Rohrgehäuse (10) begrenzten gasgefüllten Raum, in dem durch Endstücke (14) gehaltene Elektroden (34, 36) mit auf ihnen befestigten Spiegeln (38) und zugehörigen Justierelementen (20) vorgesehen sind, wobei wenigstens eine Elektrode (34; 36) an einem, über ein ringförmiges, den Lasergasraum verschließendes Federlager am Rohrgehäuse (10) verkippflich angesetzten Endstück (14) befestigt ist, und wobei die Justierelemente (20) sich am Rohrgehäuse (10) abstützend, die Elektroden (34, 36) über einen Abschnitt des Endstücks (14) in ihren Relativpositionen halten.

(Fig. 1)

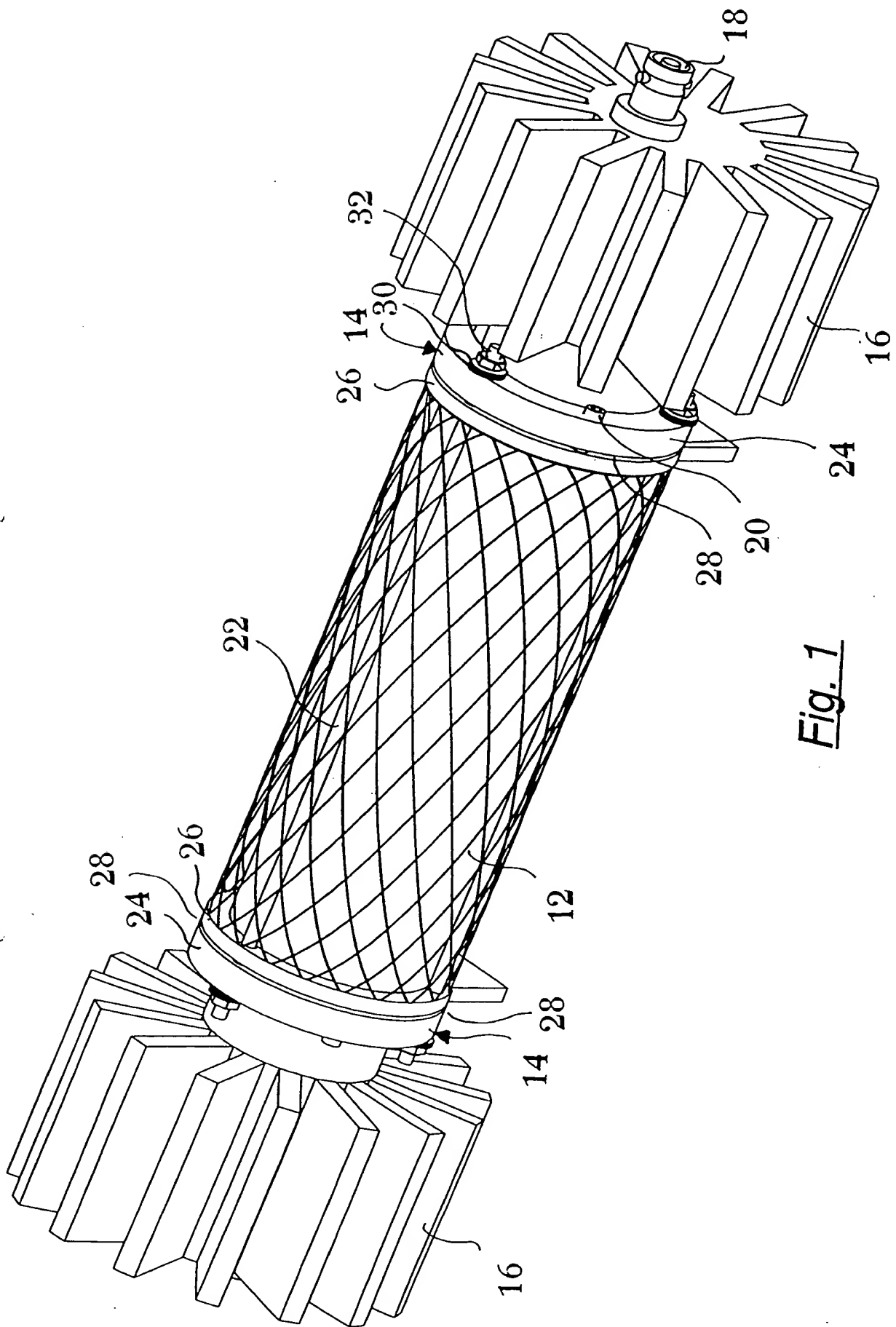
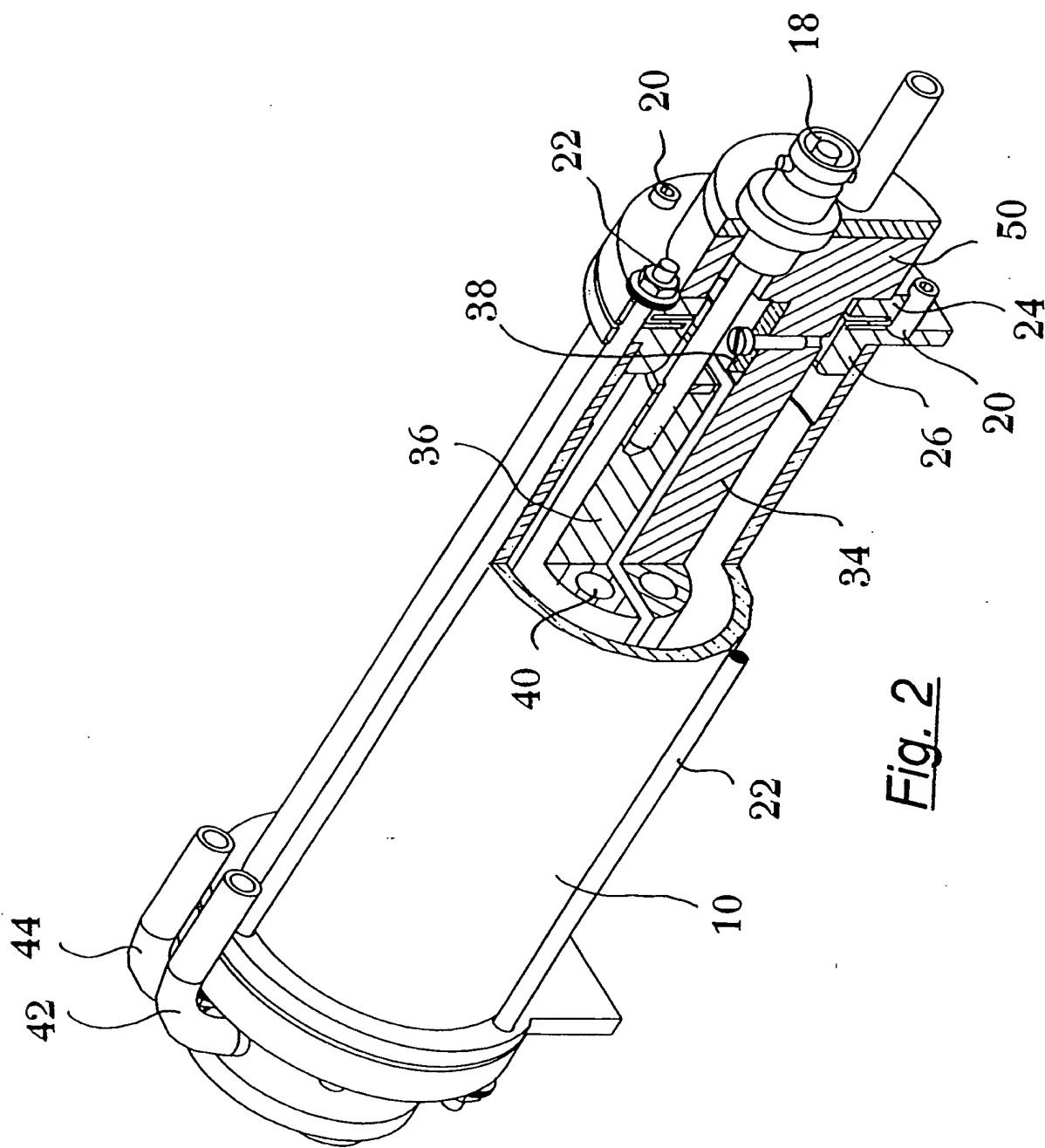


Fig. 1





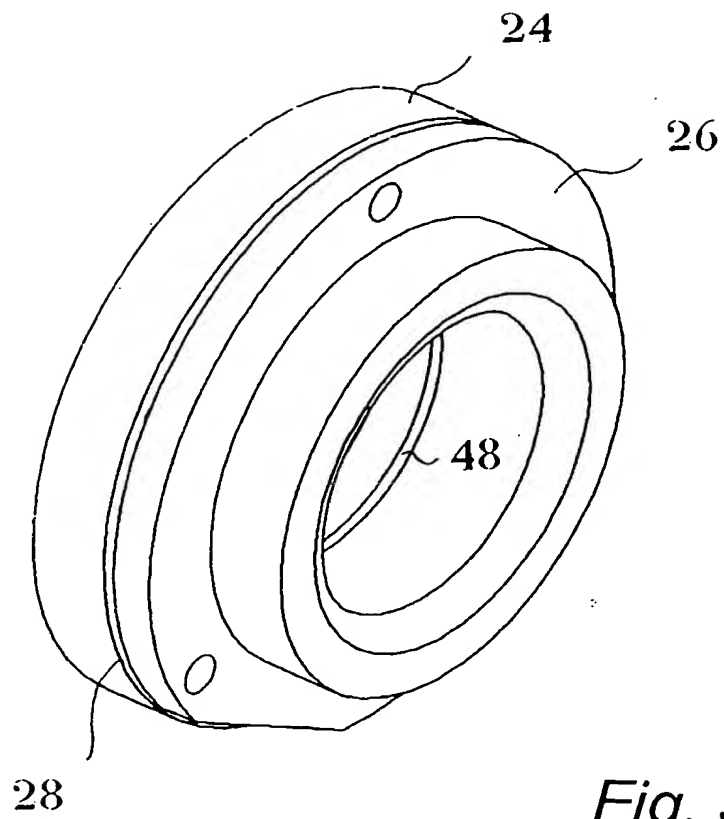


Fig. 3

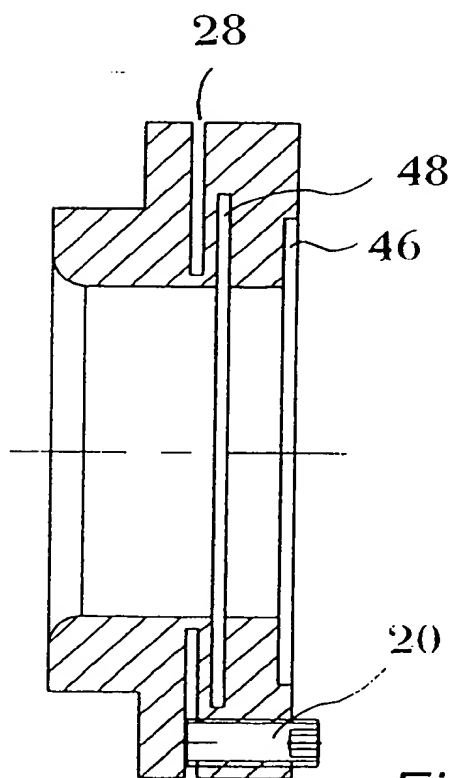


Fig. 4

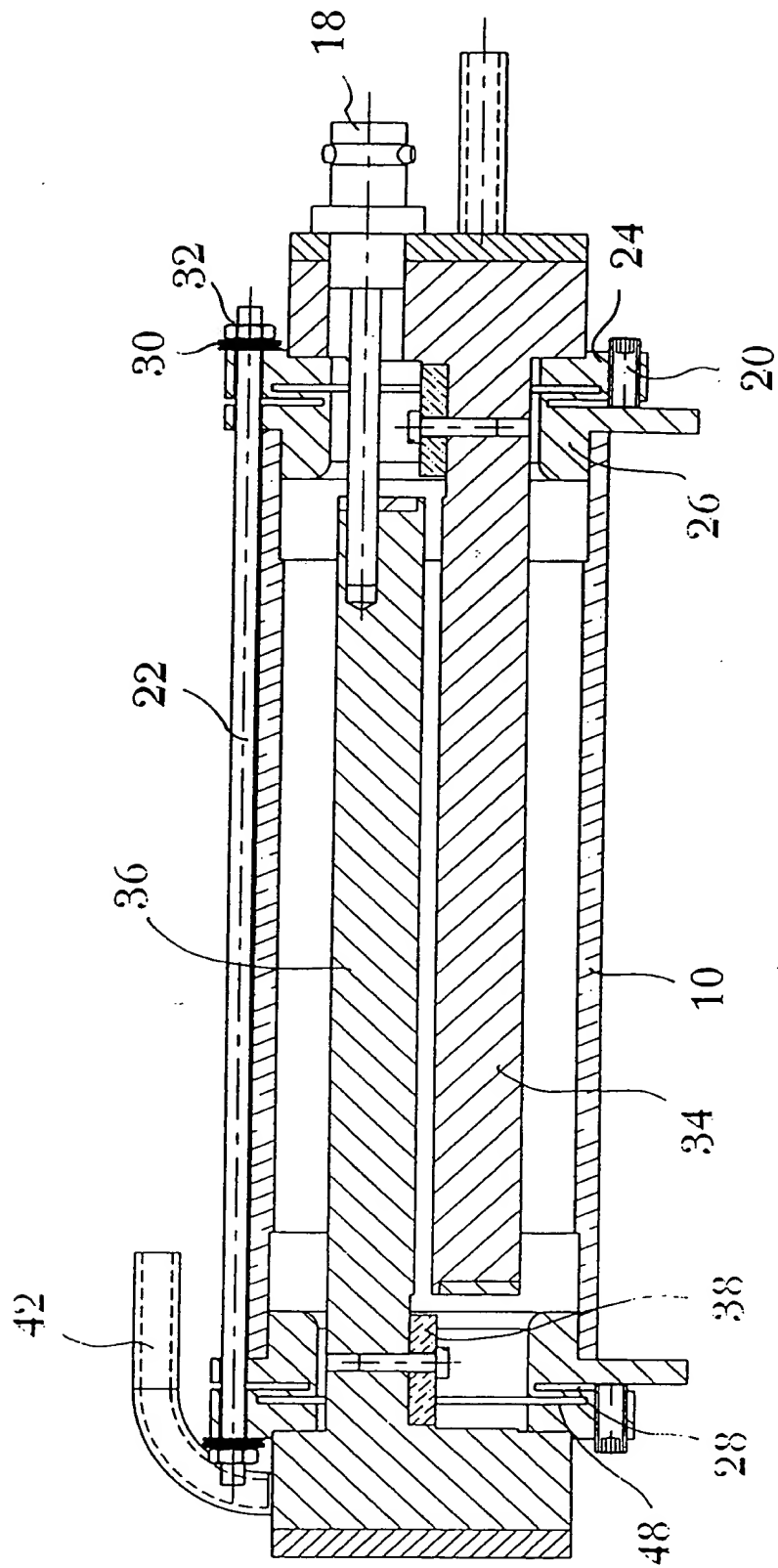


Fig. 5

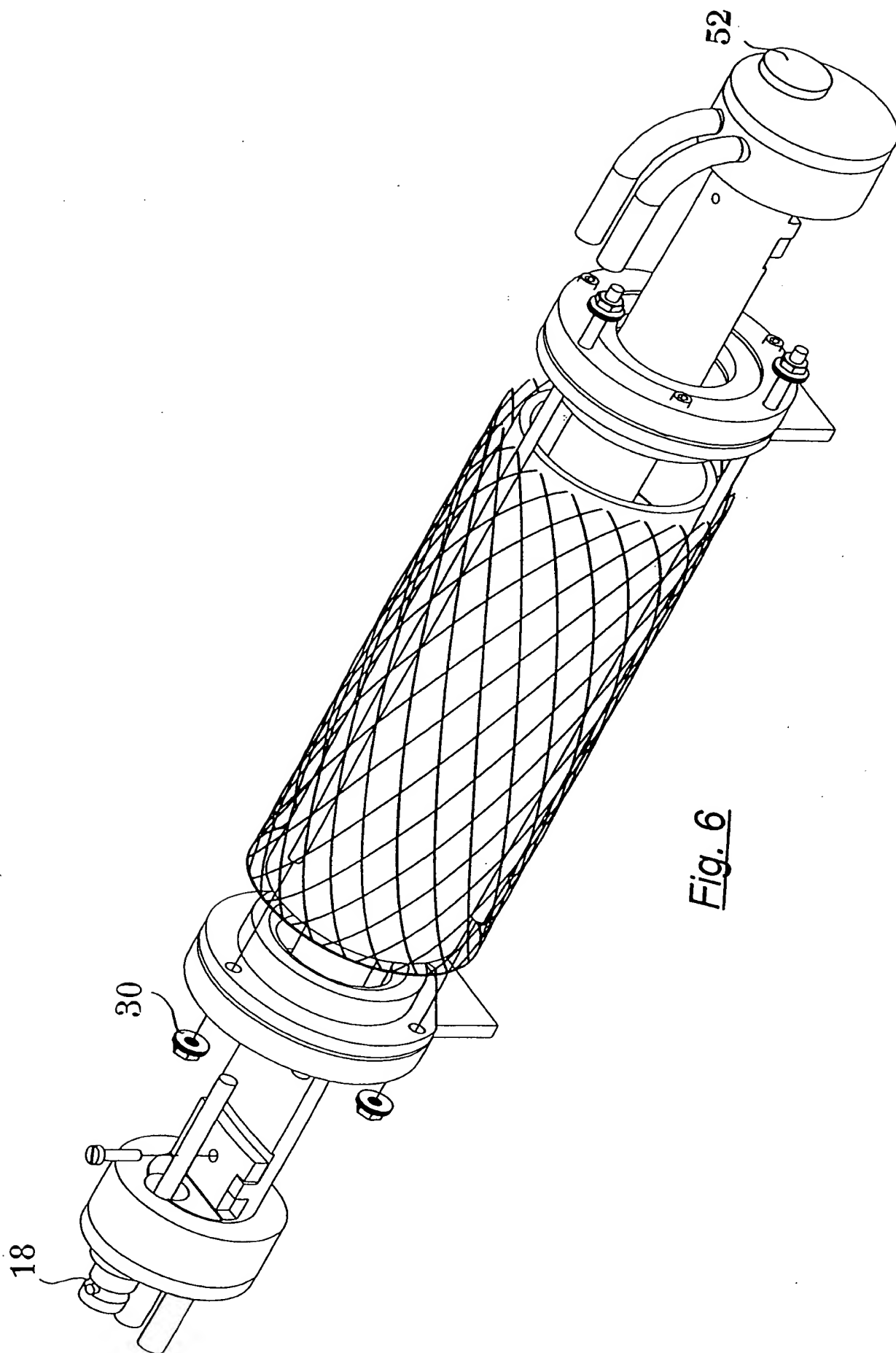


Fig. 6